

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
16 janvier 2003 (16.01.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 03/005349 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : **G11B 5/74**,  
5/855, 5/82, 5/09

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR02/02299

(22) Date de dépôt international : 2 juillet 2002 (02.07.2002)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
01/08869 4 juillet 2001 (04.07.2001) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **COM-  
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE** [FR/FR];  
31/33, rue de la Fédération, F-75752 PARIS 15ème (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **ROD-  
MACQ, Bernard** [FR/FR]; 2 Montée Baboud, F-38113  
VEUREY-VOROIZE (FR). **LANDIS, Stéphane** [FR/FR];  
113 avenue Général Leclerc, F-38950 SAINT MARTIN le  
VINOUX (FR). **DIENY, Bernard** [FR/FR]; 180, allée des  
Erables, F-38250 LANS en VERCORS (FR).

(74) Mandataire : **LEHU, Jean**; c/o Brevatome, 3, rue du Doc-  
teur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).

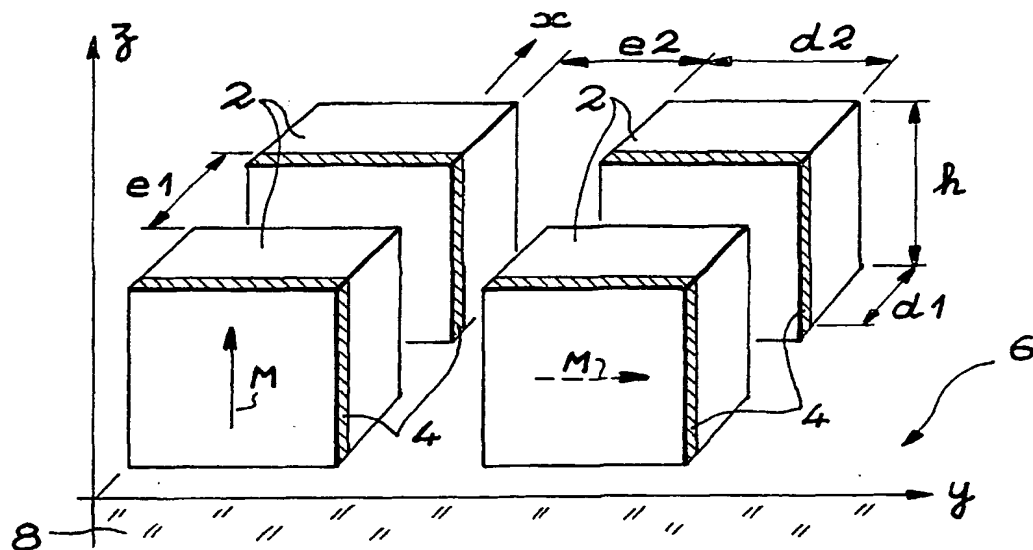
(81) États désignés (national) : JP, US.

(84) États désignés (régional) : brevet européen (AT, BE, CH,  
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,  
SE, TR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: DATA STORAGE MEDIUM WITH LATERALLY MAGNETISED PADS AND METHOD FOR MAKING SAME

(54) Titre : SUPPORT DE STOCKAGE D'INFORMATIONS A RESEAU DE PLOTS AIMANTES LATÉRALEMENT ET PRO-  
CEDE DE FABRICATION DE CE SUPPORT.



(57) Abstract: The invention concerns a data storage medium with laterally magnetised pads and a method for making same. Each pad (2) contains at least a magnetic field consisting of a thin film (4) of at least a magnetic material laterally covering said pad and deposited under oblique incidence relative to the normal (z) of the plane (6) of the array. The invention is particularly applicable to computer hard discs.

(57) Abrégé : Support de stockage d'informations à réseau de plots aimantés latéralement et procédé de fabrication de ce sup-  
port. Chaque plot (2) contient au moins un domaine magnétique formé par une couche mince (4) d'au moins un matériau magnétique  
recouvrant latéralement ce plot et déposé sous incidence oblique par rapport à la normale (z) au plan (6) du réseau. L'invention  
s'applique en particulier aux disques durs des ordinateurs.

WO 03/005349 A1



**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

SUPPORT DE STOCKAGE D'INFORMATIONS À RÉSEAU DE PLOTS  
AIMANTÉS LATÉRALEMENT ET PROCÉDÉ DE FABRICATION DE CE  
SUPPORT

5

## DESCRIPTION

## DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention concerne un support de stockage d'informations (« information storage medium ») ainsi qu'un procédé de fabrication de ce support.

10

Elle s'applique notamment aux disques durs pour les ordinateurs.

## ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

Un support, ou mémoire, de stockage d'informations est actuellement constitué d'une couche mince et continue de grains ferromagnétiques. L'aimantation de ces grains est dirigée dans le plan de la couche et chaque « bit » d'information est constitué de plusieurs grains dont toutes les aimantations sont parallèles à une même direction.

20

Si cette direction est définie comme correspondant à un « zéro », l'aimantation opposée sera définie comme correspondant à un « un » en notation binaire. Une tête de lecture/écriture, en volant au dessus de la couche de grains ferromagnétiques, peut donc coder des informations en créant localement un champ magnétique susceptible d'orienter l'aimantation de chaque « bit » dans l'une ou l'autre direction.

25

La densité des informations stockées sur un tel support est limitée par la taille des « bits » et

30

par les zones de transition. Afin d'augmenter cette densité, diverses solutions ont déjà été envisagées:

- utiliser un matériau magnétique continu dont l'aimantation est perpendiculaire au plan de la  
5 couche,

- utiliser un support « discret », c'est-à-dire un réseau (« array ») de plots (« dots ») magnétiques indépendants les uns des autres, chaque plot étant monodomaine, c'est-à-dire correspondant à un  
10 seul domaine magnétique, ce dernier correspondant lui-même à un bit d'information.

À ce sujet, on se reportera au document suivant :

[1] S.Y. Chou, P.R. Krauss, L. Kong,  
15 « Nanolithographically defined magnetic structures and quantum magnetic disk », Journal of Applied Physics 79, 6101 (1996).

Dans le cas où l'aimantation du matériau magnétique est parallèle au plan du réseau de plots  
20 (aimantation planaire), on peut rendre chaque plot monodomaine en ajustant sa forme (ellipse par exemple), afin de ne favoriser que deux directions d'aimantation. Mais un tel réseau est plus compliqué à fabriquer qu'un réseau de plots de forme carrée ou rectangulaire.

25 Dans le cas où l'aimantation du matériau magnétique est perpendiculaire au plan du réseau, l'état monodomaine est plus facile à obtenir, et des plots à section carrée ou circulaire peuvent être utilisés.

30 Néanmoins, le signal détecté par la tête de lecture est en principe plus faible car de tels

matériaux à aimantation perpendiculaire sont généralement des alliages ou des multicouches à base d'un élément magnétique et d'un élément non magnétique, ceci réduisant d'autant le champ créé au voisinage des  
5 plots.

De plus, dans le cas d'une multicouche, on sait que le nombre de répétitions ne peut être augmenté indéfiniment (afin d'augmenter le champ rayonné) car l'aimantation tend à s'orienter progressivement dans le  
10 plan sous l'effet du champ démagnétisant.

#### EXPOSÉ DE L'INVENTION

La présente invention propose un support de stockage d'informations, comprenant un réseau de plots magnétiques, ce support ayant de bonnes performances  
15 tant pour la lecture que pour l'écriture des informations.

De façon précise, la présente invention a pour objet un support de stockage d'informations, ce support étant caractérisé en ce qu'il comprend un  
20 réseau de plots de dimensions submicroniques, ce réseau étant formé sur un substrat, chaque plot contenant au moins un domaine magnétique qui a une direction d'aimantation et correspond à un bit défini par cette direction d'aimantation, ce domaine magnétique étant  
25 formé par une couche mince d'au moins un matériau magnétique qui recouvre latéralement ce plot.

Selon un mode de réalisation préféré du support objet de l'invention, la direction d'aimantation est perpendiculaire au plan du réseau de  
30 plots.

L'invention concerne aussi un procédé de fabrication du support de stockage d'informations, objet de l'invention, dans lequel on dépose le matériau magnétique sur les plots en envoyant sur ces derniers un premier flux d'atomes de ce matériau sous une incidence oblique par rapport à la normale au plan du réseau, chaque plot faisant ombrage au plot qui le suit dans le sens du premier flux, et l'on neutralise le signal magnétique résultant du matériau magnétique déposé au sommet des plots et au fond des tranchées séparant des rangées de plots, pour que seule subsiste un signal magnétique engendré par le matériau déposé sur le flanc des plots.

Le matériau magnétique peut être choisi dans le groupe comprenant le fer, le nickel, le cobalt, les alliages de ces derniers et les matériaux magnétiques à forte aimantation, ou l'un des matériaux de ce groupe, auquel on ajoute un ou une pluralité d'autres éléments, en quantité variable, par exemple choisi parmi le chrome, le tantale, le platine, le molybdène et le terbium, ces éléments permettant d'ajuster les propriétés magnétiques de la couche mince, telles que la coercivité, l'aimantation à saturation et l'anisotropie magnétique de cette couche mince.

Selon un mode de mise en œuvre particulier du procédé objet de l'invention, une résine recouvre le sommet des plots avant le dépôt du matériau magnétique et l'on élimine cette résine après avoir déposé ce matériau magnétique, pour obtenir ainsi un premier dépôt sur les flancs des plots.

Dans ce cas, on peut envoyer sur le réseau de plots un deuxième flux d'atomes d'un matériau de neutralisation en même temps que l'on envoie le premier flux et sous une incidence normale au plan du réseau ou sous une incidence oblique par rapport à la normale au plan du réseau, avec un angle d'incidence opposé à celui du premier flux par rapport à cette normale, l'intensité du deuxième flux et le matériau de neutralisation étant choisis pour que l'alliage ainsi formé au fond des tranchées avec le matériau magnétique ait des propriétés magnétiques différentes de celles du premier dépôt obtenu sur les flancs des plots.

Dans la présente invention, on peut envoyer le premier flux et au moins un deuxième flux d'atomes d'un matériau magnétique sur les plots, sous des incidences obliques par rapport à la normale au plan du réseau, pour former des dépôts magnétiques sur une pluralité de flancs de chaque plot.

Selon un autre mode de mise en œuvre particulier du procédé objet de l'invention, on élimine le matériau magnétique déposé sur le sommet des plots et au fond des tranchées, cette élimination résultant par exemple d'une abrasion ionique sous une incidence oblique par rapport à la normale au plan du réseau, avec un angle d'incidence opposé à celui du premier flux.

Selon un autre mode de mise en œuvre particulier du procédé objet de l'invention, on envoie un deuxième flux d'atomes, en même temps que le premier flux, sous une incidence oblique par rapport au plan du réseau, avec un angle d'incidence opposé à celui du

premier flux, l'intensité et la nature des atomes du deuxième flux étant aptes à conduire, avec le premier flux, à la formation d'un alliage non magnétique au sommet des plots et au fond des tranchées.

5 Dans ce cas, après avoir déposé les atomes des premier et deuxième flux,

- on intervertit ces premier et deuxième flux et l'on envoie les flux ainsi intervertis sur les plots ou

10 - on fait tourner le réseau de  $180^\circ$  autour de la normale au plan du réseau et l'on envoie à nouveau les premier et deuxième flux,

afin d'obtenir un dépôt des atomes des premier et deuxième flux sur deux flancs opposés de  
15 chaque plot.

Dans la présente invention, on peut

- former la couche mince en présence d'un champ magnétique extérieur ou

- après avoir formé la couche mince,  
20 traiter thermiquement cette couche mince en présence d'un champ magnétique extérieur, ou

- on effectue un dépôt d'une couche d'un matériau antiferromagnétique au-dessus ou au-dessous de la couche mince,

25 afin d'induire un axe d'anisotropie magnétique dans le plan de cette couche mince.

Dans l'invention, les plots peuvent avoir une section transversale circulaire ou elliptique parallèlement au plan du réseau, la couche mince formée  
30 latéralement sur chaque plot ayant ainsi un gradient latéral d'épaisseur, et l'on utilise ce gradient pour



induire un axe d'anisotropie magnétique perpendiculaire au plan du réseau.

Dans l'invention, on peut former en outre une couche protectrice sur toute la surface du réseau puis effectuer un planage de cette surface ainsi  
5 pourvue de la couche protectrice, afin d'éliminer tout relief.

Certes, la technique de dépôt de matière sous incidence oblique est connue mais n'a jamais été  
10 utilisée pour la fabrication de structures du genre de celles qui font l'objet de la présente invention.

Dans le domaine des structures magnétiques, le dépôt sous incidence oblique a seulement été utilisé pour déposer un matériau magnétique sur le flanc d'une  
15 unique ligne en silicium gravé. A ce sujet, on se reportera au document suivant :

[2] K. Matsuyama, S. Komatsu, Y. Nozaki, « Magnetic properties of nanostructures wires deposited on the side edge of patterned thin film », Journal of  
20 Applied Physics 87, 4724 (2000).

#### BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés ci-après, à titre purement indicatif et  
25 nullement limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective schématique et partielle d'un mode de réalisation particulier du support magnétique de stockage  
30 d'informations, objet de l'invention,

- les figures 2A et 2B illustrent schématiquement des procédés de fabrication de ce support magnétique,

5 - la figure 3 est une vue de dessus schématique d'un plot à section circulaire faisant partie d'un support magnétique conforme à l'invention,

- la figure 4 est une représentation schématique de différents cas considérés pour le calcul de la composante, suivant un axe normal au plan d'un  
10 réseau de plots d'un support conforme à l'invention, du champ magnétique existant au-dessus de ce réseau, et

- la figure 5 montre les variations de cette composante en fonction de la distance au centre d'un plot, dans ces différents cas considérés.

#### 15 EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

La figure 1 est une vue en perspective schématique et partielle d'un mode de réalisation particulier d'une mémoire magnétique de stockage d'informations, qui est faite à partir d'un réseau de  
20 plots submicroniques 2.

Ces plots 2 sont par exemple en silicium, en verre, en aluminium ou en résine polymère durcie.

Les dimensions des plots 2 ainsi que les espaces entre plots adjacents sont dans l'intervalle  
25 allant de 10 nm à 500 nm.

Dans cet exemple le réseau de plots comprend des lignes et des colonnes de plots parallélépipédiques, l'espace entre deux lignes adjacentes est noté  $e_1$ , l'espace entre deux colonnes adjacentes est noté  $e_2$ , chaque plot a une hauteur  $h$ ,  
30 une profondeur  $d_1$ , comptée parallèlement aux colonnes,

et une largeur  $d_2$ , comptée parallèlement aux lignes, et chacune de ces dimensions  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $h$ ,  $d_1$  et  $d_2$  appartient à l'intervalle mentionné plus haut. Si l'on utilisait des plots à section transversale circulaire (respectivement elliptique), le diamètre (respectivement le grand axe et le petit axe) de ces plots appartiendrait à cet intervalle.

Sur chacun des plots 2 on a déposé une couche mince unique, faite d'un matériau magnétique classique (par exemple un matériau ferromagnétique), sous incidence oblique.

Un but de la présente invention est la réalisation d'un dépôt magnétique uniquement sur un flanc ou une pluralité de flancs des plots. Dans l'exemple de la figure 1, ce dépôt magnétique 4 est formé sur un seul flanc des plots 2.

On définit un repère  $(x, y, z)$  dans lequel chacun des axes  $x$ ,  $y$ ,  $z$  est perpendiculaire aux deux autres. Le plan  $(x, y)$  est le plan du réseau, c'est-à-dire le plan de la surface 6 du substrat 8 à partir duquel on a formé les plots 2. Les lignes du réseau sont parallèles à l'axe  $y$  et ses colonnes, à l'axe  $x$ .

L'axe  $z$  est perpendiculaire à ce plan  $(x, y)$  et le plan  $(x, z)$  est le plan d'incidence du flux de matériau à partir duquel on a formé le dépôt 4 sur chaque plot, c'est-à-dire le plan auquel ce flux est parallèle.

Il en résulte que l'aimantation du dépôt 4 formé sur le flanc de chacun des plots 2 est parallèle au plan  $(y, z)$  dans le cas d'un matériau magnétique à aimantation planaire. Cette aimantation, notée  $M$  sur la

figure 1, peut être dirigée selon l'axe y ou selon l'axe z.

De plus, si l'on parvient à orienter l'axe d'anisotropie magnétique selon l'axe z, toujours  
5 parallèlement au plan (y, z), on obtient alors l'équivalent d'un matériau à aimantation perpendiculaire.

Toutefois, avec une telle orientation, un support de stockage d'informations conforme à  
10 l'invention présente un signal magnétique plus élevé (car le matériau magnétique utilisé est pur et son épaisseur totale n'est pas limitée) et plus localisé spatialement qu'un support de stockage d'informations utilisant un matériau à aimantation perpendiculaire.

15 Un tel support conforme à l'invention présente en outre une plus grande simplicité de dépôt de la couche magnétique ainsi qu'une tenue thermique supérieure, ce qui permet une totale compatibilité avec les procédés techniques classiques de fabrication de  
20 supports de stockage d'informations.

On explique dans ce qui suit un procédé de fabrication d'un support de stockage d'informations conformément à l'invention.

1) On utilise un réseau de plots de section  
25 carrée, rectangulaire, circulaire ou elliptique, ce réseau étant obtenu par un procédé classique de nanolithographie ou par la technique de nano-imprint à partir d'un substrat. Le substrat est par exemple en silicium, en verre, en aluminium ou en résine polymère  
30 durcie.

2) Pour former les dépôts magnétiques, on utilise une technique classique de dépôt de couches minces métalliques, par exemple la pulvérisation cathodique ou l'évaporation sous vide.

5                   3) L'angle d'incidence du flux 10 (figures 2A et 2B) d'atomes du matériau magnétique par rapport à la normale (axe z) au plan (x, y) du réseau de plots 2 vaut environ 45° et ce flux 10 est parallèle au plan (x, z) qui forme le plan d'incidence. En outre, ce flux  
10 est collimaté (par des moyens non représentés) de façon à être le moins divergent possible.

                  4) L'angle d'incidence, la hauteur h des plots 2 et la distance e1 entre plots sont choisis de telle façon que chaque plot fasse écran entre le flux  
15 incident 10 et le plot suivant (dans le sens du flux), afin qu'il y ait ou non, selon le résultat désiré, continuité entre le dépôt formé sur le flanc de chaque plot et le dépôt formé au fond de la tranchée 12 qui  
sépare ce plot du plot suivant (cette tranchée 12 étant  
20 parallèle à l'axe y et séparant deux lignes de plots). Trois des quatre flancs de chaque plot ainsi que la partie de tranchée située derrière chaque plot (observé dans le sens du flux 10) sont ainsi protégés et ne reçoivent pas de dépôt.

25                   Dans le cas de la figure 2A, l'angle d'incidence  $\alpha$  est suffisamment petit, compte tenu de la distance entre plots et de la hauteur de ceux-ci, pour qu'il y ait continuité entre le dépôt 14 formé sur le flanc d'un plot et le dépôt 16 formé au fond de la  
30 tranchée 12 adjacente.

Dans le cas de la figure 2B, l'angle d'incidence, noté  $\beta$ , est plus grand et conduit à une non-continuité des deux dépôts 14 et 16, le dépôt n'apparaissant pas sur la figure 2B à cause de l'ombrage apporté par le plot adjacent. Il convient de noter qu'il y a toujours un dépôt dans les tranchées qui sont parallèles à l'axe x et séparent donc les colonnes de plots les unes des autres.

5) Le flux incident 10 est composé d'atomes d'un matériau magnétique (principalement le fer, le cobalt, le nickel ou les alliages de ces derniers), et contenant éventuellement d'autres éléments introduits en quantité variable (par exemple le chrome, le tantale, le platine, le molybdène et le terbium) afin d'ajuster les propriétés magnétiques du dépôt.

6) On obtient donc trois dépôts différents:  
- un dépôt magnétique 18 sur le dessus des plots 2 (de forme quelconque, par exemple sensiblement carrée ou rectangulaire parallèlement au plan (x, y), ou sensiblement ronde ou elliptique comme cela est également indiqué plus loin)

- un dépôt magnétique 14 sur l'un des flancs du plot (de forme carrée ou rectangulaire parallèlement au plan (y, z)), et

- un dépôt magnétique non représenté dans les tranchées parallèles au plan (x, z).

7) On neutralise le signal magnétique émanant du dessus des plots et du fond des tranchées qui sont parallèles à l'axe x par l'un des moyens (A), (B) et (C) qui sont détaillés ci-dessous.

(A) Si le réseau de plots est formé par un procédé classique de nano-lithographie (comportant l'insolation d'une résine photosensible puis une abrasion ionique sélective), on conserve, à la fin du processus de fabrication des plots, le film de résine photosensible 20 ayant servi de masque sur le dessus des plots. Après le dépôt du matériau magnétique, un solvant permet d'enlever la résine photosensible et le dépôt magnétique 18 formé sur le dessus des plots.

10 Le dépôt de matériau magnétique dans le fond des tranchées qui sont parallèles à l'axe x n'est pas gênant car il donne un signal magnétique beaucoup plus faible, étant donné son éloignement du sommet des plots. De plus, ce dépôt a la forme de lignes  
15 parallèles continues (c'est-à-dire très longues devant la taille des plots) et rayonne donc un champ magnétique beaucoup plus faible que celui du dépôt formé sur le flanc des plots.

Ce dépôt formé au fond des tranchées est en outre avantageusement utilisable pour canaliser les lignes de champ magnétique émanant d'un plot donné, ce qui permet de ne pas perturber l'état d'aimantation des plots voisins lors des processus d'écriture.

Si l'on désire que ce dépôt formé au fond des tranchées ait une coercitivité différente de celle du dépôt formé sur le flanc des plots, on peut déposer, en même temps que le matériau magnétique mentionné précédemment, un autre matériau sous une incidence normale (flux 22 sur les figures 2A et 2B) ou sous une  
25 incidence oblique (flux 24 sur les figures 2A et 2B)  
30 mais opposée à celle du flux 10 : sur les figures 2A et

2B, le flux 24 est parallèle au plan (x, z) mais fait un angle  $-\alpha$  (figure 2A) ou  $-\beta$  (figure 2B) avec l'axe z.

Suivant la nature et la vitesse de dépôt de cet autre matériau, on peut faire varier la coercitivité de l'alliage déposé au fond des tranchées, cet alliage résultant du dépôt simultané des deux matériaux.

(B) Après avoir formé le dépôt de matériau magnétique (flux 10 des figures 2A et 2B), on effectue une abrasion ionique sous une incidence oblique et opposée à celle qui est utilisée pour former ce dépôt, cette abrasion ionique ayant donc lieu suivant la flèche 24 des figures 2A et 2B.

Cela permet d'enlever le matériau magnétique déposé sur le dessus des plots et au fond des tranchées parallèles à l'axe x sans perturber le dépôt formé sur le flanc des plots.

(C) On dépose, en même temps que le matériau magnétique, un matériau non magnétique, par exemple le chrome, sous une incidence normale au plan du réseau de plots (flèche 22 des figures 2A et 2B) ou sous une incidence oblique et opposée à celle du flux 10 et donc suivant la flèche 24 des figures 2A et 2B. Le matériau magnétique forme ainsi un alliage avec le matériau non magnétique sur le dessus des plots et au fond des tranchées parallèles à l'axe x, la quantité de matière déposée sur les flancs des plots étant négligeable dans le cas d'une incidence normale au plan du réseau de plots.



La vitesse de dépôt et la nature du matériau non magnétique sont choisies de telle façon que l'alliage formé soit lui-même non magnétique.

On peut également, (1) avec les procédés  
5 (A) et (C), effectuer une pluralité de dépôts successifs et tourner le réseau de plots de  $90^\circ$  ou  $180^\circ$  dans son plan entre deux dépôts successifs.

A titre d'exemple, dans le cas (A), on peut faire un premier dépôt de matériau magnétique puis  
10 tourner le réseau puis faire un deuxième dépôt de l'autre matériau et, dans le cas (C), on peut faire un premier dépôt de matériau magnétique puis tourner le réseau puis faire un deuxième dépôt de matériau non magnétique. On peut ensuite tourner à nouveau le réseau  
15 puis faire le premier dépôt puis tourner le réseau puis faire le deuxième dépôt et ainsi de suite.

On peut également, (2) avec le procédé (A), utiliser une pluralité de flux d'atomes de matériaux magnétiques sous incidence oblique.

20 Dans les cas (1) et (2) ci-dessus, on réalise alors des dépôts magnétiques sur plusieurs flancs du plot, ce qui augmente la densité d'information.

Ceci est schématiquement illustré en vue de  
25 dessus sur la figure 4 où l'on voit un plot 2 dont un flanc est pourvu du dépôt magnétique 4 et dont les autres flancs sont respectivement pourvus de dépôts magnétiques 26, 28 et 30.

8) On induit un axe facile d'anisotropie  
30 magnétique dans le dépôt vertical 14 sur le flanc de chacun des plots, cet axe pouvant être dirigé soit

parallèlement au plan du réseau de plots, c'est-à-dire suivant l'axe y, soit perpendiculairement à ce plan c'est-à-dire suivant l'axe z.

Ceci peut être réalisé soit en formant le  
5 dépôt de matériau magnétique sur les plots en présence d'un champ magnétique extérieur orienté suivant l'un des axes y et z, soit en effectuant après ce dépôt un traitement thermique en présence d'un tel champ magnétique.

10 Si l'on utilise des plots à section transversale circulaire ou elliptique (section perpendiculaire à l'axe z), une anisotropie magnétique perpendiculaire, c'est-à-dire suivant l'axe z, est favorisée par le gradient latéral d'épaisseur résultant  
15 de la géométrie de dépôt utilisée.

La figure 3 est une vue schématique de dessus, c'est-à-dire suivant l'axe z, d'un plot 32 à section circulaire. Le dépôt de matériau magnétique formé sur le flanc de ce plot, sous incidence oblique,  
20 parallèlement au plan (x, z), a la référence 34.

Un support de stockage d'informations conforme à l'invention pourrait donc comprendre un réseau de plots du genre du plot 32, formés sur un même substrat, le plan du réseau étant le plan (x, y).

25 9) Si l'axe facile d'anisotropie magnétique est perpendiculaire au plan du réseau de plots, on obtient l'équivalent d'un matériau à anisotropie magnétique perpendiculaire puisque le matériau magnétique à anisotropie planaire (cas du fer, du  
30 cobalt, du nickel ou leurs alliages en couches minces)

a été déposé sur le flanc des plots, flanc qui est perpendiculaire au plan du réseau.

L'invention présente divers avantages par rapport aux matériaux classiques à anisotropie perpendiculaire, par exemple les alliages ordonnés tels que CoPt et FePt ou les multicouches telles que Co/Pt et Fe/Pt :

- Il est très facile de former le dépôt latéral de matériau magnétique (il s'agit en effet d'une couche unique de matériau magnétique), contrairement à la fabrication d'un alliage ordonné, épitaxié sur un substrat monocristallin, ou d'une multicouche comprenant des couches dont l'épaisseur vaut une fraction de nanomètre. De plus, on peut utiliser tous les matériaux magnétiques à aimantation planaire actuellement employés pour la fabrication de supports de stockage d'informations.

- Ce dépôt de matériau magnétique a une grande stabilité thermique comparativement à celle de multicouches composées de très fines couches de cobalt, nickel, fer, palladium et/ou platine : il ne risque pas de se produire une interdiffusion des éléments, conduisant à la perte des propriétés magnétiques. Cette grande stabilité thermique rend la structure du support objet de l'invention compatible avec les procédés technologiques existants et permet également d'envisager des traitements thermiques sous champ magnétique à haute température afin d'induire un axe d'anisotropie magnétique dans les dépôts formés sur les plots d'un support conforme à l'invention ou de modifier les propriétés magnétiques de ces dépôts.

- L'épaisseur totale du matériau déposé sur un plot peut être beaucoup plus grande que dans le cas des multicouches à aimantation perpendiculaire.

5       - Le signal magnétique engendré par le dépôt magnétique latéral est plus intense que celui qui est engendré par un alliage ou par une multicouche d'épaisseur totale équivalente car, dans la présente invention, il est possible d'utiliser des alliages magnétiques à forte aimantation, qui ne présentent pas  
10 d'anisotropie magnétique perpendiculaire.

- Ce signal magnétique dépend beaucoup moins de la taille des plots : pour un dépôt formé sur la surface horizontale d'un plot carré, une réduction d'un facteur 2 de la taille latérale du plot conduit à  
15 une réduction d'un facteur 4 du volume magnétique tandis que, pour un dépôt formé sur le flanc de ce plot, ce facteur de réduction est seulement égal à 2.

- Ce signal magnétique est beaucoup plus localisé sur le réseau de plots : pour un dépôt magnétique de 10 nm d'épaisseur formé sur le flanc d'un  
20 plot à section transversale carrée, de 200 nm de côté, la surface horizontale occupée par ce dépôt est vingt fois plus faible que celle du même dépôt, formé sur le sommet du plot. Ceci permet de diminuer les éventuelles  
25 interactions magnétiques, à densité d'information constante par rapport à un dépôt sur le sommet des plots, ou inversement d'augmenter la densité d'information, pour des interactions magnétiques équivalentes.

30       A titre purement indicatif et nullement limitatif, considérons un plot de hauteur  $h$  (en nm) de

section carrée, de côté  $L$  (en nm). On suppose que l'aimantation de la couche magnétique latérale que comporte ce plot est dirigée suivant l'axe  $z$  et l'on assimile cette couche magnétique à un dipôle magnétique.

Dans le cas d'un dépôt magnétique d'épaisseur  $t$  (en nm) formé sur le flanc du plot, le volume magnétique vaut  $L \times h \times t \text{ nm}^3$ , pour une surface horizontale de  $L \times t \text{ nm}^2$ , d'où une densité magnétique (quantité d'aimantation par unité de surface) égale à  $h$  (en unités arbitraires).

Si l'on compare ce dépôt latéral à un dépôt classique de  $t \text{ nm}$  d'une multicouche  $(\text{Co}_{0,5\text{nm}}/\text{Pt}_{1,5\text{nm}})_{t/2}$  formée sur le sommet du même plot, le volume magnétique est de l'ordre de  $0,5 \times t/2 \times L \times L \text{ nm}^3$ , pour une surface horizontale de  $L \times L \text{ nm}^2$ , d'où une densité magnétique de  $t/4$ . Le gain obtenu est donc égal à  $4h/t$ .

Le gain en signal est quant à lui proportionnel à la quantité de matériau magnétique et vaut donc 4 dans cet exemple où les deux dépôts considérés ont la même épaisseur mais où la multicouche contient quatre fois moins de cobalt que la couche unique.

En résumé, la présente invention permet d'avoir un signal magnétique beaucoup plus intense et ce, sur une surface latérale beaucoup plus faible. Ceci est d'autant plus vrai que, dans le cas d'une multicouche  $(\text{Co}_{1/4}/\text{Pt}_{3/4})$ , l'aimantation de telles couches de cobalt, d'une fraction de nanomètre d'épaisseur, est plus faible que celle du cobalt massif à cause, d'une part, de la réduction du moment

magnétique que l'on observe généralement dans les couches ultra-minces (il y a formation d'un alliage d'interface) et, d'autre part, de la réduction de la température d'ordre magnétique.

5 Si l'axe facile d'anisotropie magnétique est parallèle au plan du réseau de plots, il n'y a pas de gain de quantité de signal étant donné que la même couche magnétique est déposée soit sur le sommet soit sur le flanc de chacun des plots du réseau et le gain  
10 de localisation que l'on obtient est de l'ordre de  $h/t$  par rapport à un matériau classique ayant une anisotropie planaire.

D'une manière plus quantitative et en se référant à la figure 4, si l'on connaît le volume et  
15 l'aimantation par unité de volume du dépôt, la valeur de sa surface comptée parallèlement au plan (x, y) du réseau de plots et la hauteur de vol d'une tête de lecture 36 supposée ponctuelle, qui se déplace à l'aplomb du dépôt magnétique, suivant l'axe y pour les  
20 cas I et II et suivant l'axe y ou l'axe x pour le cas III, on peut calculer la composante  $H_z$ , suivant l'axe z, du champ magnétique rayonné par chaque plot au-dessus du réseau de plots pour différentes géométries de dépôt :

25 (I) dépôt, sur le sommet des plots 2, d'une multicouche magnétique 38 de 10 nm d'épaisseur, à aimantation perpendiculaire d'intensité  $M/4$ , dirigée suivant l'axe z,

(II) dépôt, sur le flanc des plots 2, d'une  
30 couche magnétique 4 de 10 nm d'épaisseur, à aimantation planaire d'intensité  $M$ , dirigée suivant l'axe y,

(III) dépôt sur le flanc des plots 2, d'une couche magnétique 4 de 10 nm d'épaisseur, à aimantation planaire d'intensité  $M$ , dirigée suivant l'axe  $z$ .

La figure 5 permet de comparer les variations de  $H_z$  (en unités arbitraires) en fonction de la distance  $y$  (en nm) au centre du plot (comptée parallèlement à l'axe  $y$ ), pour un champ magnétique rayonné à une distance de 20 nm au-dessus de la surface du plot supposé cubique, de 200 nm de côté, dans ces trois cas (I) à (III), le déplacement de la tête de lecture 36 s'effectuant suivant l'axe  $y$  pour les cas (I) et (II) et suivant l'axe  $y$  ou l'axe  $x$  pour le cas (III).

Les courbes I, II, III $y$  et III $x$  de la figure 5 correspondent respectivement au cas I, au cas II, au cas III avec un déplacement suivant l'axe  $y$  et au cas III avec un déplacement suivant l'axe  $x$ .

On constate que, par rapport au cas (I) de la multicouche à aimantation perpendiculaire, la valeur de  $H_z$  est environ 3 fois plus forte dans le cas (II) du dépôt sur le flanc du plot avec une aimantation dirigée suivant l'axe  $y$ , et environ 7 fois plus forte dans le cas (III) du dépôt sur le flanc du plot avec une aimantation dirigée suivant l'axe  $z$ .

De plus, on constate que si le déplacement de la tête de lecture s'effectue suivant l'axe  $x$  dans le cas (III), l'extension spatiale du signal est beaucoup plus faible que dans le cas d'un déplacement suivant l'axe  $y$  (la largeur à mi-hauteur du signal est environ 5 fois plus faible), ce qui entraîne une bien meilleure séparation des signaux émanant des différents

plots et conduit également à une diminution du couplage magnétostatique entre plots.

Après avoir formé le dépôt de matériau magnétique sur le flanc des plots du réseau, il est possible de former une couche protectrice, par exemple en silice, sur toute la surface du réseau de plots puis de planer (on dit aussi planariser) cette surface afin d'éliminer tout relief.

Il convient de noter que, dans la présente invention, les plots peuvent avoir n'importe quelle forme; ils peuvent avoir, par exemple, une section carrée, triangulaire, elliptique ou ronde.

De plus, chaque plot peut contenir un domaine magnétique ou une pluralité de domaines magnétiques. A titre d'exemple, avec un plot de section carrée, il est possible d'obtenir quatre domaines magnétiques. Mais il faut que les domaines magnétiques soient séparés.

En outre, en revenant au (point 8) considéré plus haut, on précise que, dans l'invention, une autre manière d'induire un axe d'anisotropie magnétique dans le plan de la couche mince est d'effectuer un dépôt d'une couche d'un matériau anti-ferromagnétique au-dessus ou au-dessous de la couche mince. Cette couche antiferromagnétique est par exemple en NiO, en FeMn ou en PtMn. A titre d'exemple, cette couche peut avoir quelques nanomètres d'épaisseur.



## REVENDICATIONS

1. Support de stockage d'informations, ce support étant caractérisé en ce qu'il comprend un réseau de plots (2, 32) de dimensions submicroniques, ce réseau étant formé sur un substrat (8), chaque plot contenant au moins un domaine magnétique qui a une direction d'aimantation (M) et correspond à un bit défini par cette direction d'aimantation, ce domaine magnétique étant formé par une couche mince (4, 34) d'au moins un matériau magnétique qui recouvre latéralement ce plot.

2. Support selon la revendication 1, dans lequel la direction d'aimantation (M) est perpendiculaire au plan du réseau de plots.

3. Procédé de fabrication du support de stockage d'informations selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans lequel on dépose le matériau magnétique sur les plots (2, 32) en envoyant sur ces derniers un premier flux (10) d'atomes de ce matériau sous une incidence oblique par rapport à la normale au plan du réseau, chaque plot faisant ombrage au plot qui le suit dans le sens du premier flux, et l'on neutralise le signal magnétique résultant du matériau magnétique déposé au sommet des plots et au fond des tranchées séparant des rangées de plots.

4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel le matériau magnétique est un matériau choisi dans le groupe comprenant le fer, le nickel, le cobalt, les alliages de ces derniers et les matériaux magnétiques à forte aimantation, ou l'un des matériaux de ce groupe, auquel on ajoute un ou une pluralité

d'autres éléments, en quantité variable, ces éléments permettant d'ajuster les propriétés magnétiques de la couche mince.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 et 4, dans lequel une résine (20) recouvre le sommet des plots avant le dépôt du matériau magnétique et l'on élimine cette résine après avoir déposé ce matériau magnétique, pour obtenir ainsi un premier dépôt sur les flancs des plots.

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel on envoie sur le réseau de plots (2) un deuxième flux d'atomes d'un matériau de neutralisation en même temps que l'on envoie le premier flux et sous une incidence normale au plan du réseau ou sous une incidence oblique par rapport à la normale (z) au plan du réseau, avec un angle d'incidence opposé à celui du premier flux par rapport à cette normale, l'intensité du deuxième flux et le matériau de neutralisation étant choisis pour que l'alliage ainsi formé au fond des tranchées avec le matériau magnétique ait des propriétés magnétiques différentes de celles du premier dépôt obtenu sur les flancs des plots.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, dans lequel on envoie le premier flux et au moins un deuxième flux d'atomes d'un matériau magnétique sur les plots (2), sous des incidences obliques par rapport à la normale (z) au plan du réseau, pour former des dépôts magnétiques (4, 26, 28, 30) sur une pluralité de flancs de chaque plot.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 et 4, dans lequel on élimine le

matériau magnétique déposé sur le sommet des plots et au fond des tranchées, cette élimination résultant par exemple d'une abrasion ionique sous une incidence oblique par rapport à la normale (z) au plan du réseau, avec un angle d'incidence opposé à celui du premier flux.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 et 4, dans lequel on envoie un deuxième flux d'atomes, en même temps que le premier flux, sous une incidence oblique par rapport au plan du réseau, avec un angle d'incidence opposé à celui du premier flux, l'intensité et la nature des atomes du deuxième flux étant aptes à conduire, avec le premier flux, à la formation d'un alliage non magnétique au sommet des plots et au fond des tranchées.

10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel, après avoir déposé les atomes des premier et deuxième flux,

- on intervertit ces premier et deuxième flux et l'on envoie les flux ainsi intervertis sur les plots ou

- on fait tourner le réseau de 180° autour de la normale (z) au plan du réseau et l'on envoie à nouveau les premier et deuxième flux,

afin d'obtenir un dépôt des atomes des premier et deuxième flux sur deux flancs opposés de chaque plot.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 10, dans lequel

- on forme la couche mince en présence d'un champ magnétique extérieur ou

- après avoir formé la couche mince, on traite thermiquement cette couche mince en présence d'un champ magnétique extérieur, ou

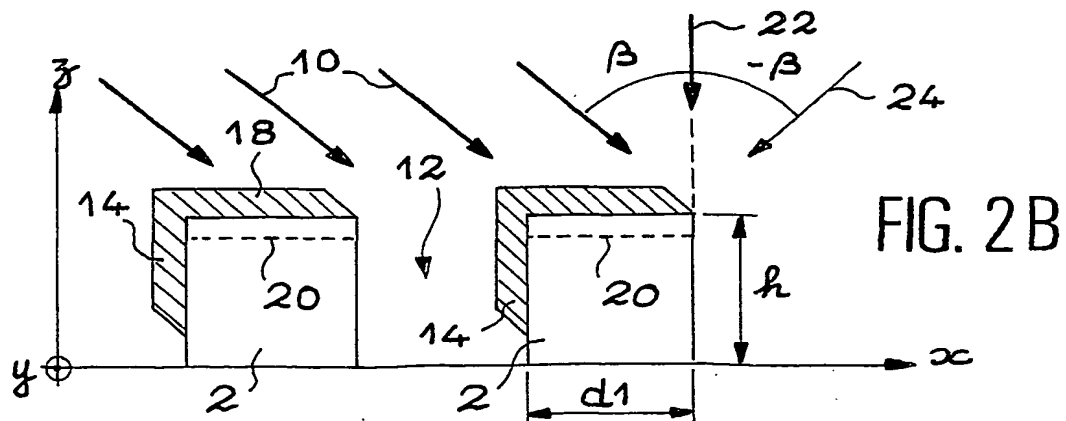
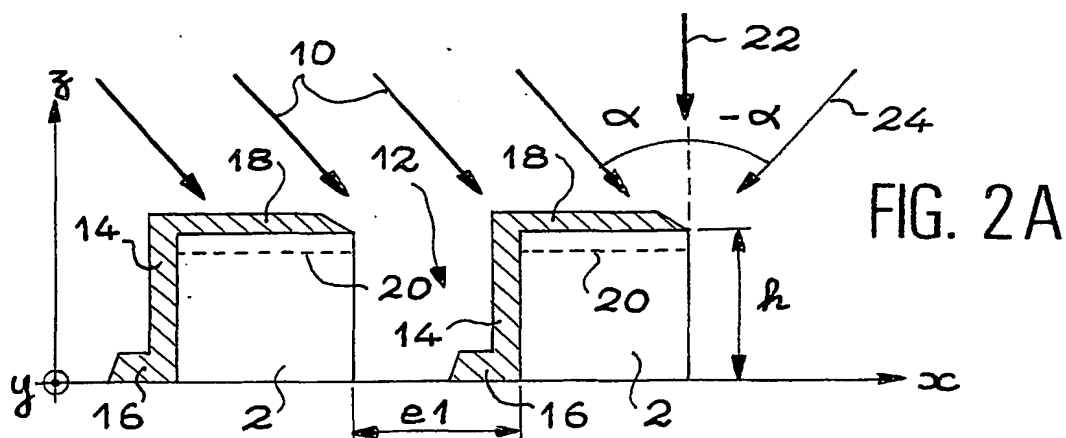
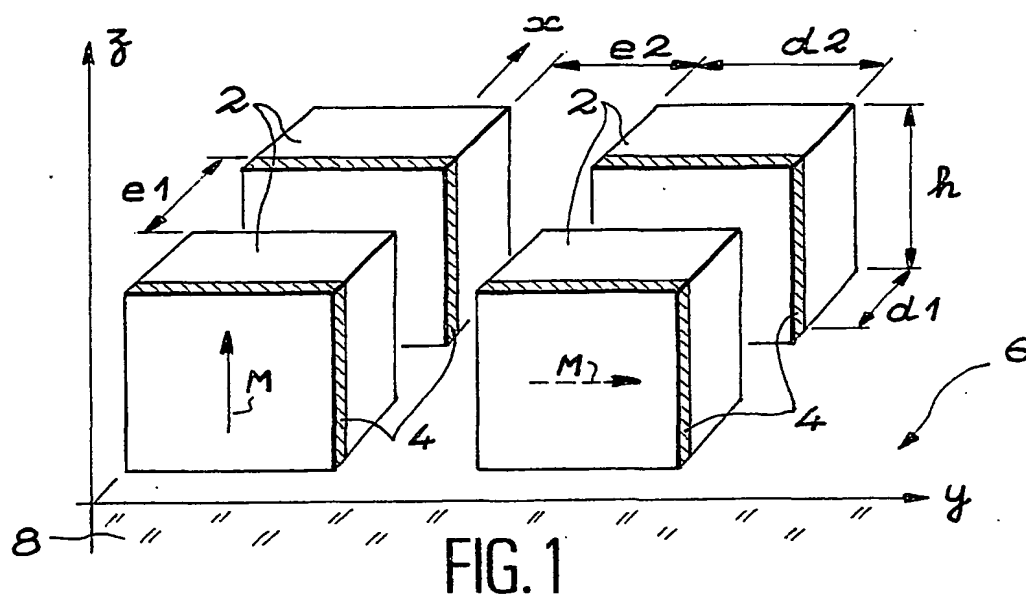
- on effectue un dépôt d'une couche d'un  
5 matériau antiferromagnétique au-dessus ou au-dessous de la couche mince,

afin d'induire un axe d'anisotropie magnétique dans le plan de cette couche mince.

12. Procédé selon l'une quelconque des  
10 revendications 3 à 11, dans lequel les plots (32) ont une section transversale circulaire ou elliptique parallèlement au plan du réseau, la couche (34) mince formée latéralement sur chaque plot ayant ainsi un gradient latéral d'épaisseur, et l'on utilise ce  
15 gradient pour induire un axe d'anisotropie magnétique perpendiculaire au plan du réseau.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 12, dans lequel on forme en outre une couche protectrice sur toute la surface du réseau  
20 puis on effectue un planage de cette surface ainsi pourvue de la couche protectrice, afin d'éliminer tout relief.

1 / 3



2 / 3

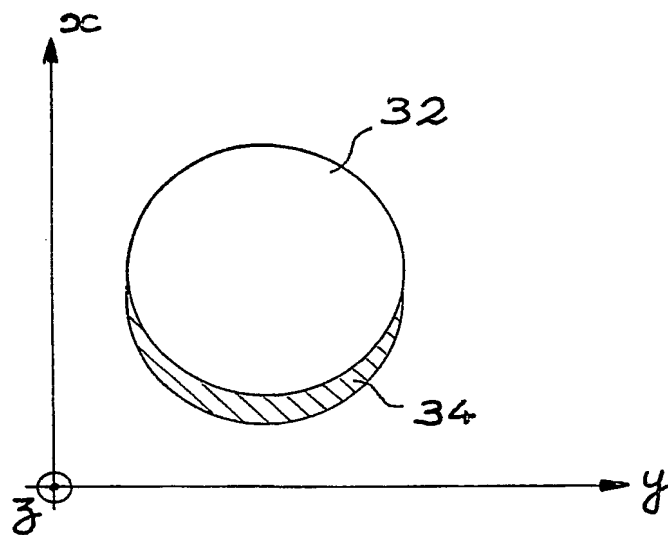


FIG. 3

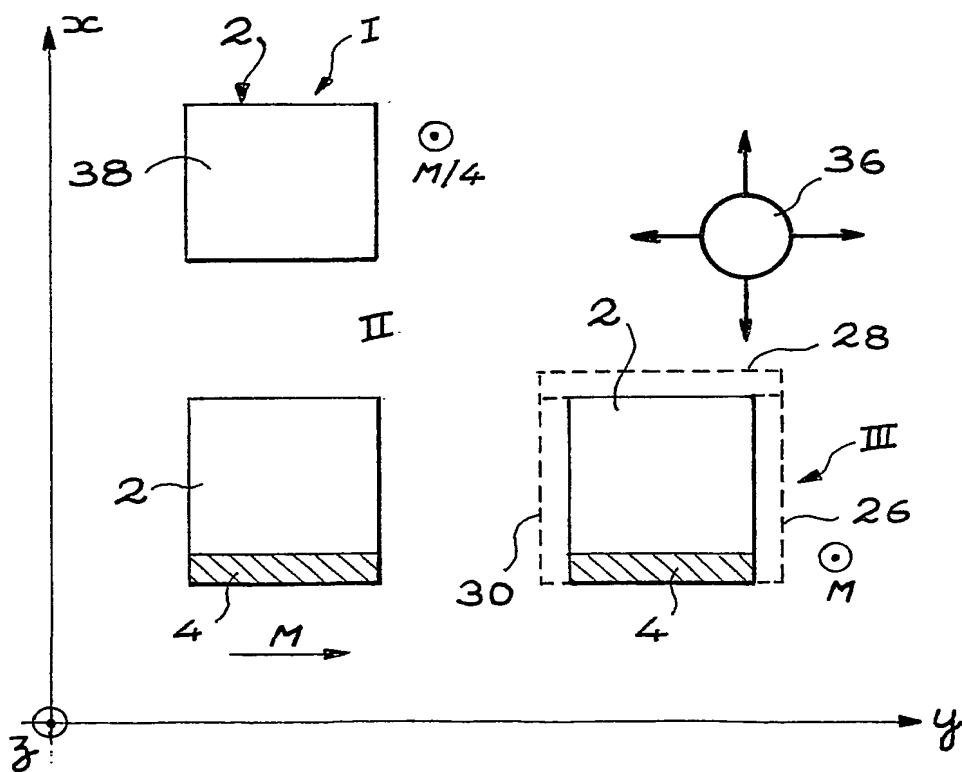


FIG. 4

3 / 3

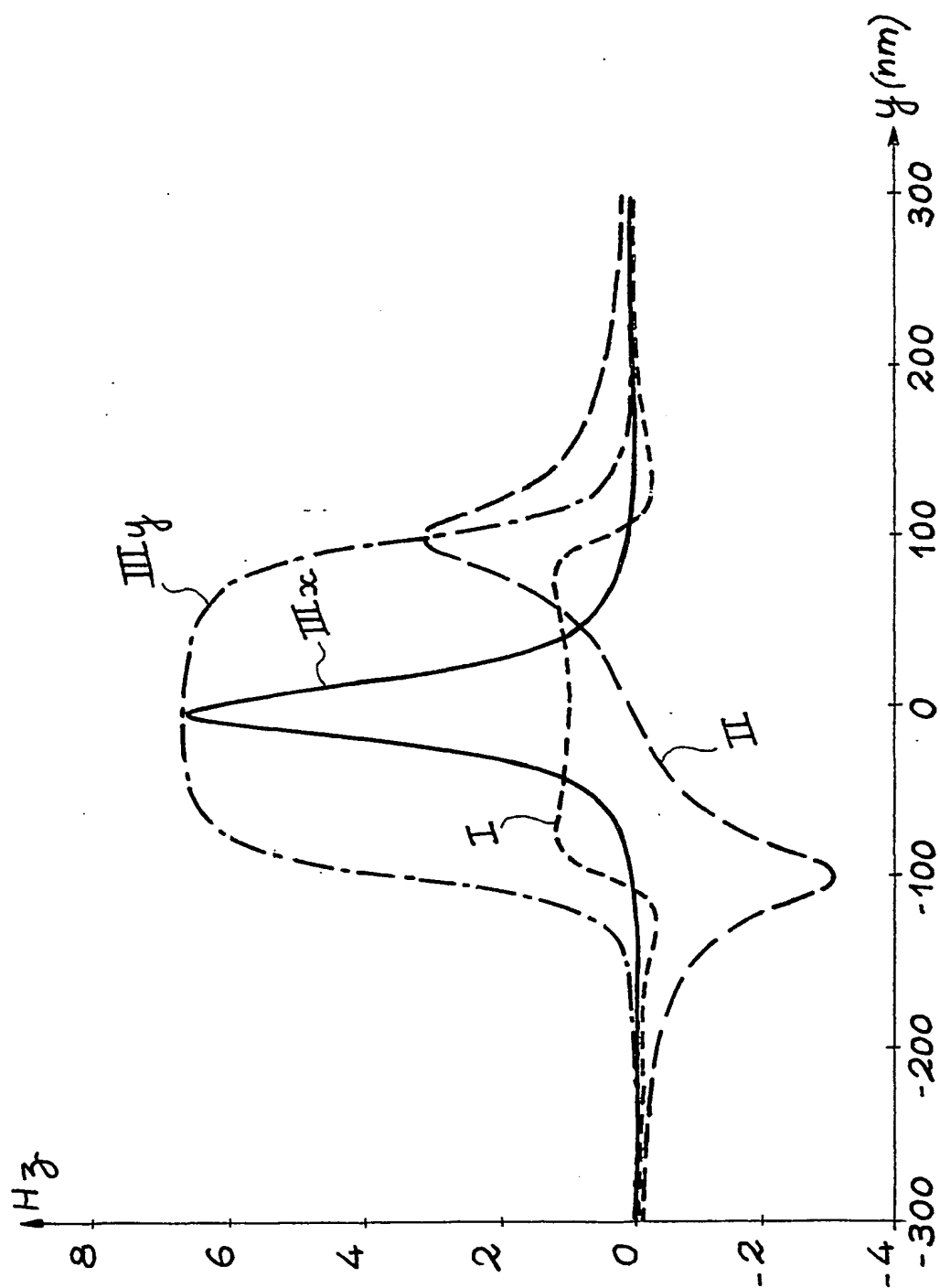


FIG. 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR 02/02299

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G11B5/74 G11B5/855 //G11B5/82, G11B5/09

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G11B H01F C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 519 (P-1807), 29 September 1994 (1994-09-29) -& JP 06 176343 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 24 June 1994 (1994-06-24)	1,2
A	abstract figures 2,4,7	13
Y	FERNANDEZ A ET AL: "MAGNETIC FORCE MICROSCOPY OF SINGLE-DOMAIN COBALT DOTS PATTERNED USING INTERFERENCE LITHOGRAPHY" IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 32, no. 5, 1 September 1996 (1996-09-01), pages 4472-4474, XP000634041 ISSN: 0018-9464 the whole document	1,2



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 October 2002

Date of mailing of the international search report

29/10/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fux, J



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In International Application No  
PCT/FR 02/02299

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 452 876 A (HITACHI LTD) 23 October 1991 (1991-10-23) page 3, line 11 - line 21; claim 6 ---	1,3,9,13
A	US 5 536 585 A (MATSUDA YOSHIBUMI ET AL) 16 July 1996 (1996-07-16) column 24, line 8 - line 53; figure 10 ---	1,3,4,13
A	MATSUYAMA K ET AL: "Magnetic properties of nanostructured wires deposited on the side edge of patterned thin film" 44TH ANNUAL CONFERENCE ON MAGNETISM AND MAGNETIC MATERIALS, SAN JOSE, CA, USA, 15-18 NOV. 1999, vol. 87, no. 9, pt.1-3, pages 4724-4726, XP002193457 Journal of Applied Physics, 1 May 2000, AIP, USA ISSN: 0021-8979 cited in the application the whole document ---	1,3
A	US 5 603 766 A (LAIRSON BRUCE M ET AL) 18 February 1997 (1997-02-18) the whole document ---	1,3,4
A	CHOU S Y: "PATTERNED MAGNETIC NANOSTRUCTURES AND QUANTIZED MAGNETIC DISKS" PROCEEDINGS OF THE IEEE, IEEE. NEW YORK, US, vol. 85, no. 4, 1 April 1997 (1997-04-01), pages 652-671, XP000698884 ISSN: 0018-9219 the whole document ---	1,3,4,9
A	DEVOLDER T ET AL: "ION BEAM-INDUCED MAGNETIC PATTERNING AT THE SUB-0.1 MUM LEVEL STRUCTURATION MAGNETIQUE PAR FAISCEAUX D'IONS AUX ECHELLES INFERIEURES A 0,1 MUM" COMPTES RENDUS DES SEANCES DE L'ACADEMIE DES SCIENCES. SERIE II:MECANIQUE, PHYSIQUE, CHIMIE, SCIENCES DE LA TERRE, SCIENCES DE L'UNIVERS, GAUTHIER-VILLARS. MONTREUIL, FR, vol. 327, no. 9, September 1999 (1999-09), pages 915-923, XP000920122 ISSN: 1251-8069 the whole document --- -/--	1

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR 02/02299

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>HE L ET AL: "SIZE AND SHAPE EFFECTS OF PATTERNED POLYCRYSTALLINE ISLANDS" IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 35, no. 5, PART 2, September 1999 (1999-09), pages 3508-3510, XP000867980 ISSN: 0018-9464</p>	
A	<p>EP 0 110 730 A (COMTECH RES UNIT) 13 June 1984 (1984-06-13)</p>	

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 02/02299

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 06176343	A	24-06-1994	NONE	
EP 0452876	A	23-10-1991	JP 4001922 A DE 69103664 D1 DE 69103664 T2 EP 0452876 A2 US 5766718 A	07-01-1992 06-10-1994 22-12-1994 23-10-1991 16-06-1998
US 5536585	A	16-07-1996	JP 6259743 A JP 7014143 A JP 7014144 A US 5599580 A US 5685958 A	16-09-1994 17-01-1995 17-01-1995 04-02-1997 11-11-1997
US 5603766	A	18-02-1997	WO 9626305 A1	29-08-1996
EP 0110730	A	13-06-1984	AT 33432 T AT 34244 T DE 3376239 D1 DE 3376596 D1 EP 0110729 A2 EP 0110730 A2 WO 8402419 A1 WO 8402420 A1 US 4786585 A AT 29328 T DE 3465811 D1 EP 0126565 A1 WO 8404420 A1 US 4893299 A	15-04-1988 15-05-1988 11-05-1988 16-06-1988 13-06-1984 13-06-1984 21-06-1984 21-06-1984 22-11-1988 15-09-1987 08-10-1987 28-11-1984 08-11-1984 09-01-1990

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De e internationale No  
PCT/FR 02/02299

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 G11B5/74 G11B5/855 //G11B5/82, G11B5/09

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G11B H01F C23C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 519 (P-1807), 29 septembre 1994 (1994-09-29) -& JP 06 176343 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 24 juin 1994 (1994-06-24)	1,2
A	abrégé figures 2,4,7	13
Y	FERNANDEZ A ET AL: "MAGNETIC FORCE MICROSCOPY OF SINGLE-DOMAIN COBALT DOTS PATTERNED USING INTERFERENCE LITHOGRAPHY" IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 32, no. 5, 1 septembre 1996 (1996-09-01), pages 4472-4474, XP000634041 ISSN: 0018-9464 le document en entier	1,2

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

22 octobre 2002

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

29/10/2002

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Fux, J

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

 I de Internationale No  
 PCT/FR 02/02299

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 452 876 A (HITACHI LTD) 23 octobre 1991 (1991-10-23) page 3, ligne 11 - ligne 21; revendication 6 ---	1,3,9,13
A	US 5 536 585 A (MATSUDA YOSHIBUMI ET AL) 16 juillet 1996 (1996-07-16) colonne 24, ligne 8 - ligne 53; figure 10 ---	1,3,4,13
A	MATSUYAMA K ET AL: "Magnetic properties of nanostructured wires deposited on the side edge of patterned thin film" 44TH ANNUAL CONFERENCE ON MAGNETISM AND MAGNETIC MATERIALS, SAN JOSE, CA, USA, 15-18 NOV. 1999, vol. 87, no. 9, pt.1-3, pages 4724-4726, XP002193457 Journal of Applied Physics, 1 May 2000, AIP, USA ISSN: 0021-8979 cité dans la demande le document en entier ---	1,3
A	US 5 603 766 A (LAIRSON BRUCE M ET AL) 18 février 1997 (1997-02-18) le document en entier ---	1,3,4
A	CHOU S Y: "PATTERNED MAGNETIC NANOSTRUCTURES AND QUANTIZED MAGNETIC DISKS" PROCEEDINGS OF THE IEEE, IEEE. NEW YORK, US, vol. 85, no. 4, 1 avril 1997 (1997-04-01), pages 652-671, XP000698884 ISSN: 0018-9219 le document en entier ---	1,3,4,9
A	DEVOLDER T ET AL: "ION BEAM-INDUCED MAGNETIC PATTERNING AT THE SUB-0.1 MUM LEVEL STRUCTURATION MAGNETIQUE PAR FAISCEAUX D'IONS AUX ECHELLES INFÉRIEURES A 0,1 MUM" COMPTES RENDUS DES SEANCES DE L'ACADEMIE DES SCIENCES. SERIE II:MECANIQUE, PHYSIQUE, CHIMIE, SCIENCES DE LA TERRE, SCIENCES DE L'UNIVERS, GAUTHIER-VILLARS. MONTREUIL, FR, vol. 327, no. 9, septembre 1999 (1999-09), pages 915-923, XP000920122 ISSN: 1251-8069 le document en entier --- -/-	1

Formulaire PCT/ISA/210 (suite de la deuxième feuille) (juillet 1992)

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

le Internationale No  
PCT/FR 02/02299

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>HE L ET AL: "SIZE AND SHAPE EFFECTS OF PATTERNED POLYCRYSTALLINE ISLANDS" IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 35, no. 5, PART 2, septembre 1999 (1999-09), pages 3508-3510, XP000867980 ISSN: 0018-9464</p>	
A	<p>EP 0 110 730 A (COMTECH RES UNIT) 13 juin 1984 (1984-06-13)</p>	

Formulaire PCT/ISA/210 (suite de la deuxième feuille) (juillet 1992)

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**  
renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

de Internationale No  
PCT/FR 02/02299

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 06176343	A	24-06-1994	AUCUN	
EP 0452876	A	23-10-1991	JP 4001922 A	07-01-1992
			DE 69103664 D1	06-10-1994
			DE 69103664 T2	22-12-1994
			EP 0452876 A2	23-10-1991
			US 5766718 A	16-06-1998
US 5536585	A	16-07-1996	JP 6259743 A	16-09-1994
			JP 7014143 A	17-01-1995
			JP 7014144 A	17-01-1995
			US 5599580 A	04-02-1997
			US 5685958 A	11-11-1997
US 5603766	A	18-02-1997	WO 9626305 A1	29-08-1996
EP 0110730	A	13-06-1984	AT 33432 T	15-04-1988
			AT 34244 T	15-05-1988
			DE 3376239 D1	11-05-1988
			DE 3376596 D1	16-06-1988
			EP 0110729 A2	13-06-1984
			EP 0110730 A2	13-06-1984
			WO 8402419 A1	21-06-1984
			WO 8402420 A1	21-06-1984
			US 4786585 A	22-11-1988
			AT 29328 T	15-09-1987
			DE 3465811 D1	08-10-1987
			EP 0126565 A1	28-11-1984
			WO 8404420 A1	08-11-1984
			US 4893299 A	09-01-1990

Formulaire PCT/ISA/210 (annexe familles de brevets) (juillet 1992)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**